Командный практический тур

Общая формулировка

Задача III.2.1.1. Задача 1

Министерство сельского хозяйства США (UnitedStatesDepartmentofAgriculture) ежегодно публикует в цифровом виде карту пахотных земель с разбивкой по видам выращиваемых в данный год сельскохозяйственных культур (CroplandDataLayer). Публикация происходит на специализированном портале CropScape (https://nass geodata.gmu.edu/CropScape/). Однако, публикация происходит уже после окончания вегетационного сезона, в январе следующего года. До окончания вегетационного сезона эти данные остаются недоступными (https://www.nass.usda.gov/Research_ and_Science/Cropland/sarsfaqs2.php#Section3_12.0) и считаются конфиденциальными и коммерчески чувствительными.Действительно, именно до окончания сезона эти данные могли бы представлять наибольший коммерческий интерес для прогнозирования урожая и ситуации на рынке.

К счастью, космические снимки, позволяющие сделать подобные карты, становятся доступными вскоре после съёмки со спутников. Если научиться их обрабатывать самостоятельно, можно не ждать публикации официальных карт до следующего января. Более того, Министерство сельского хозяйства США производит свои карты на основании снимков со спутников Landsat. Сегодня доступны существенно более детальные снимки со спутников Sentinel-2, которые и по своим спектральным характеристикам не уступают снимкам Landsat, а в некоторых аспектах и превосходят их (например, наличием каналов RedEdge, важных для изучения растительности).

Вам предлагается потренироваться в составлении собственных карт сельскохозяйственных культур за 2020 год для одного из районов Среднего Запада (https://ru .wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%97%D0% B0%D0%BF%D0%B0%D0%B4) США на основании общедоступных космических снимков. Кроме освоения технологии, задачей является проверка качества и достоверности карт Министерства сельского хозяйства США.

Территория исследования

Необходимо составить карту на все пахотные земли двух округов (counties, административные единицы в США, аналогичные российским административным районам): Миннехаха (MinnehahaCounty) штата Южная Дакота и Рок (RockCounty) штата Миннесота.

Для того, чтобы получить границы указанных округов в виде набора пространственных данных, воспользуйтесь открытыми данными с сайта GADM (https:// gadm.org/).

Подзадача 1А

Составьте карту сельскохозяйственных культур на 2020 год на территорию исследования.

Легенда (выделяемые классы)

Подавляющее большинство пахотных земель на данной территории занимают сегодня всего две сельскохозяйственные культуры – соя и кукуруза. Площади прочих культур незначительны и в данной задаче мы ими пренебрегаем. Таким образом, ваша карта должна включать в себя только три следующих класса.

- Соя
- Кукуруза
- Все прочие земли, включая как занятые другими сельскохозяйственными культурами, так и другими типами объектов (древесная растительность, города и дороги, водные объекты и пр.)

Итоговая карта (набор пространственных данных)

Итоговая карта (итоговый набор пространственных данных) должна быть представлен жюри в растровом формате с пространственным разрешением 10 метров на пиксель (разрешение ряда основных каналов Sentinel-2). Данные должны быть в системе координат WGS 84, в Универсальной поперечной проекции Меркатора (UniversalTransverseMercator), зона 14N (север).

Какими исходными данными можно пользоваться?

ЛЮБЫМИ. Вы можете использовать любые общедоступные космические снимки из любых открытых источников, а также любые вспомогательные материалы, которые сможете найти в интернет и легально использовать.

Данные с самого портала CropScape (https://nassgeodata.gmu.edu/CropScape/) Министерства сельского хозяйства США вы, разумеется, также можете использовать в качестве справочной информации. Однако, помните, что ваша задача – проверить их качество и достоверность. Для этого ваши данные должны быть получены независимо от проверяемых данных. Помните, что данные с портала CropScape получены по менее детальным снимкам и могут одержать ошибки.

Исходя из условия задачи, мы рекомендуем вам опираться, прежде всего, на снимки Sentinel-2. Для уверенного разделения сельскохозяйственных культур вы можете использовать временные серии снимков за 2020 год, включая и снимки более низкого разрешения – Landsat иMODIS.

Помните также, что скачивание снимков может занимать значительное время, в том числе, и в связи с ограничениями на сервере-источнике данных. Планируйте скачивание снимков и начинайте его как можно раньше, параллельно с другими операциями. Чтобы вы могли начать работать сразу, мы заранее скачали для вас несколько сцен со спутника Sentinel-2 на территорию исследования. Однако,мы рекомендуем вам не ограничиваться только ими для решения настоящей задачи.

Обработку большого количества снимков можнотакже произвести онлайн, без загрузки на ваш компьютер. Это можно сделать, в частности, в среде GoogleEarthEngine (https://earthengine.google.com/). Работе с ним были посвящены наши вебинары в этом (часть 1 - https://www.youtube.com/watch?v=i0xRdIuH44E&feature=youtu. be, часть 2 - https://www.youtube.com/watch?v=E66w9qps5nA) и в прошлом году

Методы обработки космических снимков и программное обеспечение

Вы можете пользоваться ЛЮБЫМИ программными средствами и инструментами и ЛЮБЫМИ методами обработки снимков и картографирования.

Co списком рекомендуемого разработчиками профиля открытого программного обеспечения мы знакомили вас ещё во время 2-го этапа Олимпиады: https://stepik.org/lesson/436238/step/1?unit=426357.

Как уже упоминалось выше, вы также можете воспользоваться онлайновыми инструментами обработки в среде GoogleEarthEngine.

Оценка результатов решения Подзадачи 1А

Ваши результаты будут оцениваться путём сравнения со случайным набором пробных площадей, интерпретированных нашими экспертами. Лучшим будет признан результат с минимальными значениями ошибок обоих типов – ложноположительных результатов (ошибка первого рода, commissionerror, falsepositive) и ошибок пропуска (ошибка второго рода, omissionerror, falsenegative).

Решение

Командам была дана ссылка на ежегодно публикуемую карту сельхозкультур Министерства сельского хозяйства США. Материалы этой карты участники могли использовать как источник информации о спектральных характеристиках сои и кукурузы. Участникам были предоставлены несколько космических снимков со спутника Sentinel-2 на указанный период. У них также была возможность подобрать и скачать дополнительно любые снимки и другие пространственные данные из открытых источников. Вместо отдельных снимков для анализа можно было использовать композитные изображения, сгенерированные в среде Google Earth Engine (GEE).

Условия задачи предполагают абсолютную свободу методов для классификации. Команды могли воспользоваться любым специализированным модулем для классификации в QGIS, использовать иное свободно доступное программное обеспечение для обработки космических снимков или классифицировать изображения в среде GEE с помощью любого из предлагаемых алгоритмов.

Как и в любой задаче на дешифрирование космических снимков данная задача не имеет единственного «правильного» решения. Любая карта обладает определённой степенью достоверности и содержит определённую ошибку. Оценка точности карт производилась путем сравнения с набором 1000 случайных пробных площадей в пределах территории исследования, который был заранее интерпретирован экспертами, с учетом доступных космических снимков среднего и высокого разрешения. Набор пробных площадей был получен путем генерации случайных точек в пределах границ территории исследования с помощью инструмента «Случайные точки» в QGIS. В качестве пробой площади рассматривался отдельный пиксель космических снимков Sentinel-2(10×10 метров), в пределы которого попала данная точка. Результат экспертной интерпретации (на три класса: соя, кукуруза или прочее) записывался для каждой точки в атрибутивную таблицу векторного набора данных с пробными площадями.

Набор векторных данных (слой) с точками экспертной интерпретации сравнивался с итоговыми картами каждой команды. С помощью модуля «Инструмент точечного набора проб» (Point sampling tools) в QGIS в атрибутивную таблицу векторного набора пространственных данных с референсными значениями (экспертный слой) извлекались значения из итоговых растров команд. В случае, когда точка не попадала в пределы выделенных командами классов, она учитывалась как попадающая в класс «прочее». В итоге для результатов каждой команды был получен набор векторных данных (точек), для каждой точки которого в атрибутивной таблице имелось два значения: (1) класс, определенный экспертами; и (2) класс, определенный участниками.



Примеры карт, полученных двумя разными командами, с наложенными на них сверху точками пробных площадей, интерпретированных экспертами.

На основе перекрывающихся значений строилась матрица ошибок и проводились расчеты точности и ошибок классификации.

	Референсны	Ie		
Расчетные	Соя	Кукуруза	Прочее	Сумма
Соя	224	24	87	335
Кукуруза	18	319	85	422
Прочее	55	7	181	243
Сумма	297	350	353	1000

По такой матрице можно определить для каждого класса ошибки обеих типов – ошибка пользователя (ложноположительные результаты, ошибка первого рода, commission error, false positive) и ошибка производителя (ошибки пропуска, ошибка второго рода, omission error, false negative). Точность пользователя для референсного

класса– это результат деления правильно классифицированной площади (количества правильно классифицированных пикселей) класса на общее количество пикселей в этом классе согласно расчетным данным.

Точность производителя для расчетного класса – это результат деления правильно классифицированной площади (количества правильно классифицированных пикселей) класса на общее количество пикселей в этом классе согласно референсным данным.

Общая точ-	0,72	
ность		
	Соя	Кукуруза
Точность про-	0,75	0,91
изводителя		
Точность поль-	0,67	0,76
зователя		
Omission error	0,25	0,09
Commission	0,33	0,24
error		

Пример значений ошибок и точности по данным одной из команд.

Подзадача 1В

Сравните вашу карту, полученную в Подзадаче 1A, с картой CroplandDataLayer 2020 года с портала CropScape (https://nassgeodata.gmu.edu/CropScape/) Министерства сельского хозяйства США. Для сравнения приведите американскую карту к тем же трём классам,которые выделяли вы: соя, кукуруза и всё остальное.

Для оценки точности карты, полученной в результате дешифрирования космических снимков, необходимо сравнить её с другими данными на ту же территорию, которые считаются надёжными (эталонными). Для данной задачи считайте эталонной вашу карту. В целом, это вполне обоснованное предположение: онасделана с использованием снимков более высокого разрешения и для ограниченной территории. (Для небольшой территории можно обработать данные более тщательно.) Будем считать, что и ваши методы обработки достаточно продвинуты, а интерпретация классов корректная.

Рассчитайте ошибки американской карты, как в целом, так и отдельно по классам «соя» и «кукуруза», которые вы выделили.

Важно оценить оба типа ошибок: ложноположительные результаты (ошибка первого рода, commissionerror, falsepositive) – случаи, когда данный участок местности ошибочно отнесён на проверяемой карте к данному классу объектов; и ошибки пропуска (ошибка второго рода, omissionerror, falsenegative) – случаи, когда данный участок не отнесён к данному классу, хотя по факту им является.

Представьте ошибки в каждом классе выделенных объектов в виде матрицы ошибок (http://gis-lab.info/qa/error-matrix.html) (confusionmatrix или errormatrix). Про расчёт матрицы ошибок для пространственных данных можно прочитать, например, здесь (https://gis-lab.info/qa/error-matrix.html) и здесь (https://habr. com/ru/company/ods/blog/328372/).

Оценка результатов решения Подзадачи 1Б

Решение данной подзадачи будет оцениваться исключительно по правильности расчёта матрицы ошибок на основании ВАШИХ данных. Правильность вашей карты (Подзадача 1А) и корректность выделения границ классов «соя» и «кукуруза» не будут иметь значения для оценки Подзадачи 1Б.

Решение

Для решения этой задачи командам необходимо сравнить два набора данных, один из которых будет считаться референсным (эталонным), другой – проверяемым, тем, который надо оценить. В отличие от задачи 1А, для построения матрицы ошибок здесь будут оцениваться не отдельные ячейки растра, а все пиксели в обоих растрах.

Используя инструменты своей системы ГИС, участникам надо было подсчитать количество пикселей по каждому сочетанию классов в их наборе данных и в наборе данных CropScape. В некоторых ГИС-системах такие инструменты кросс-табуляции реализованы непосредственно (как функция TabulateAreasв программе ArcGIS). В QGIS необходимо воспользоваться инструментом «Калькулятор растров» и рассчитать новый растр с различными значениями для всех сочетаний значений пикселей в исходных растрах. Затем – посчитать количество пикселей каждого класса. В QGIS для этого понадобится ещё одно преобразование растров для каждого класса («Калькулятором растров» или «Отсеиванием») с последующим подсчётом пикселей с помощью инструмента «Зональная статистика» в границах территории исследования.

Перед сравнением двух растров необходимо привести классы американской карты к тем, которые выделились у команды и в той же последовательности. Обратите внимание, что в наборе данных CropScapeectь отдельный класс «сладкая кукуруза», который необходимо учитывать вместе с просто кукурузой, так как в этой задаче Вы не выделяли его отдельно.

	Референсные(команда)			Сумма
Pacчетные(US)	Прочее	Соя	Кукуруза	
Прочее	532060200	305840700	224048700	1061949600
Соя	233141400	716218200	76479300	1025838900
Кукуруза	45654300	87759000	1140797700	1274211000
Сумма	810855900	1109817900	1441325700	3361999500

Пример матрицы ошибок по данным одной из команд

Ошибка производителя (omission error) вычисляется для каждого класса в колонке референсных значений как отношение неверно классифицированной площади (числа пикселей) к референсной площади (числу пикселей) этого класса. А ошибка пользователя (commissionerror) вычисляется для каждого класса в строке закартографированных значений – как отношение неверно классифицированной площади (числа пикселей) к закартографированной площади (числа пикселей) этого класса.

Точность пользователя для референскного класса – это результат деления правильно отклассифицированной площади (количества правильно классифицированных пикселей) класса на общее количество пикселей в этом классе согласно расчетным данным. Точность производителя для расчетного класса – это результат деления правильно отклассифицированной площади (количества правильно классифицированных пикселей) класса на общее количество пикселей в этом классе согласно референсным данным.

Общая точность	0,71	
	Соя	Кукуруза
Точностьпроизводителя	$0,\!65$	0,79
Точностьпользователя	0,70	0,90
Omission error	0,35	0,21
Commission error	0,30	0,10

Пример значений ошибок и точности по данным той же команды.

Методика оценки данной задачи заключалась в повторении последовательностидействий участников с использованием их данных. Если бы участники всё сделалиправильно, проверочные расчёты и расчеты участников дали бы совершенно одинаковые результаты. Мелкие различия могли возникнуть из-за различиях в проекциях или недоучёта класса «сладкая кукуруза».

Задача III.2.1.2. Задача 2

От 70% до 90% мирового урожая сои используется на корм скоту. Бразилия – второй в мире после США производитель сои в мире. Эта страна также является одним из мировых лидеров по производству говядины. При этом выращивание сои, наряду с животноводством являлось ведущим фактором уничтожения тропических лесов Амазонии.

Темпы обезлесивания удалось существенно снизить (https://news.mongabay .com/2020/12/soy-moratorium-averted-new-jersey-size-loss-of-amazon-rainfor est-study/) после того, как под давлением экологических организаций в 2006 году ряд крупнейших компаний ввели мораторий (https://www.greenpeace.org/usa/ victories/amazon-rainforest-deforestation-soy-moratorium-success/) на покупку сои у производителей, которые выращивают её на месте недавно сведённых амазонских лесов. Тем не менее, мораторий не абсолютен: часть тропических лесов продолжат сводиться под выращивание сои. Однако, технологии космического мониторинга позволяют сегодня обнаруживать и отслеживать такие случаи. Вы тоже можете внести вклад в эти усилия.

В данной задаче мы предлагаем вам оценить площадь пахотных земель на месте лесов, сведённых после 2008 года (порог, установленный одним из последующих соглашений по мораторию), которые сегодня используютсядля посевов сои, для части территории бразильского штата Maty-Гросу (MatoGrosso) – одного из основных регионов-производителей сои.

Территория исследования

Территорией исследования для данной задачи является часть территориибразильского штата Maty-Гросу (MatoGrosso), находящаяся в пределах Амазонии.

Используйте границы Амазонии, как они определены на карте сухопутных биомов Бразилии (Brazilbiomes), созданной в результате сотрудничества Министерства окружающей среды Бразилии (MMA) и Бразильского института географии и статистики (IBGE). Найдите соответствующий набор векторных пространственных данных на портале открытых данных Всемирной лесной вахты (https://data.globalfor estwatch.org/), скачайте его и извлеките из него границы Амазонии.

Для того, чтобы получить границы штата Мату-Гросу также в виде набора пространственных данных, воспользуйтесь открытыми данными с сайта GADM (https: //data.globalforestwatch.org/). Другим источником данных об административных границах может стать FAO Global Administrative Unit Layers (https://develope rs.google.com/earth-engine/datasets/catalog/FAO_GAUL_2015_level1) из каталога Google Earth Engine (https://earthengine.google.com/).

Территория вашего исследования будет являться пересечением этих двух наборов векторных данных.

Источник данных о потерях лесного покрова

В качестве источника данных о потерях лесного покрова используйте набор пространственных данных Treecoverlossor лаборатории Global Land Analysis & Discovery (https://glad.umd.edu/) (GLAD)Университета штата Мэриленд (США). Его можно скачать с их портала «Глобальные изменения лесного покрова» (http://earthengi nepartners.appspot.com/science-2013-global-forest). Он также доступен (https: //developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/UMD_hansen_global_fo rest_change_2019_v1_7) в каталоге Google Earth Engine (https://earthengine.goog le.com/). Выберите территории, лишившиеся лесного покрова в период с 2009 по 2019 годы. Обрежьте границами территории исследования.

Что надо выделить?

В пределах этих территорий, лишившихся лесного покрова после 2008 года, выделите все участки, где в течение последнего года (с 01 апреля 2020 года по 31 марта 2021 года) выращивалась соя. Используйте информацию о спектральных характеристиках и сезонной динамике сои, полученную при решении первой задачи.

Однако, помните о существенных региональных различиях. Прежде всего, в этих районах Бразилии на многих полях собирают по два урожая в год. Основными культурами в штате являются соя, кукуруза и хлопчатник. При этом обычно чередуют сою с другими культурами.Согласно вот этой научной публикации (https://www. researchgate.net/publication/323871019_Mapping_croplands_cropping_patterns_ and_crop_types_using_MODIS_time-series_data), в штате Maty-Гросу встречается шесть основных комбинаций выращиваемых сельхоз. культур: (a) соя-кукуруза, (б) соя-хлопчатник, (в) земля под паром – хлопчатник; (г) соя – земля под паром; (д) соя-пастбище; (е) какая-то одна культура в год. Сою здесь обычно выращивают в период с середины сентября по январь. (Однако, могут быть и исключения.)

Таким образом, конечная карта должна включать только два класса:

- посевы сои в период с 01 апреля 2020 г. по 31 марта 2021 г на месте лесов сведённых в период с 2009 по 2019 гг.;
- все прочие территории, включая посевы сои на месте лесов, сведённых ранее 2009 года, а также посевы сои в любых местах до 01 апреля 2020 г.

Итоговая карта (набор пространственных данных)

Итоговая карта (итоговый набор пространственных данных) должна быть представлен жюри в растровом формате с пространственным разрешением 10 метров на пиксель (разрешение ряда основных каналов Sentinel-2). Данные должны быть в системе координат WGS 84, в Универсальной поперечной проекции Меркатора (UniversalTransverseMercator), зона 21S (юг).

Какими исходными данными можно пользоваться?

ЛЮБЫМИ. Вы можете использовать любые общедоступные космические снимки из любых открытых источников, а также любые вспомогательные материалы, которые сможете найти в интернет и легально использовать.

Мы рекомендуем вам опираться, прежде всего, на снимки Sentinel-2. Для уверенного разделения сельскохозяйственных культур вы можете использовать временные серии снимков за 2020-21 год, включая и снимки более низкого разрешения – Landsat иMODIS.

Помните также, что скачивание снимков может занимать значительное время, в том числе, и в связи с ограничениями на сервере-источнике данных. Планируйте скачивание снимков и начинайте его как можно раньше, параллельно с другими операциями. Чтобы вы могли начать работать сразу, мы заранее скачали для вас несколько сцен со спутника Sentinel-2 на территорию исследования. Однако, мы рекомендуем вам не ограничиваться только ими для решения настоящей задачи.

Обработку большого количества снимков можнотакже произвести онлайн, без загрузки на ваш компьютер. Это можно сделать, в частности, в среде GoogleEarthEngine. Работе с ним были посвящены наши вебинары в этом (часть 1 - https://www.youtube. com/watch?v=i0xRdIuH44E&feature=youtu.be, часть 2 - https://www.youtube.com/ watch?v=E66w9qps5nA) и в прошлом году (https://www.youtube.com/watch?v=AjcZoe pSTHs).

Методы обработки космических снимков и программное обеспечение

Вы можете пользоваться ЛЮБЫМИ программными средствами и инструментами и ЛЮБЫМИ методами обработки снимков и картографирования.

Со списком рекомендуемого разработчиками профиля открытого программного обеспечения мы знакомили вас ещё во время 2-го этапа Олимпиады:

https://stepik.org/lesson/436238/step/1?unit=426357.

Как уже упоминалось выше, вы также можете воспользоваться онлайновыми инструментами обработки в среде GoogleEarthEngine.

Оценка результатов решения задачи

Ваши результаты будут оцениваться путём сравнения со случайным набором пробных площадей, интерпретированных нашими экспертами. Лучшим будет признан результат с минимальными значениями ошибок обоих типов – ложноположительных результатов (ошибка первого рода, commissionerror, falsepositive) и ошибок пропуска (ошибка второго рода, omissionerror, falsenegative).

Решение

Решение задачи состоит из нескольких этапов. Первый из них – конструирование области исследования, исходными данными для которой являются два векторных слоя – биомы Бразилии и административные границы Бразилии и растровый слой Treecoverloss. Сначаламожно воспользоваться инструментом «Пересечение» в программе QGIS для выделения области, занимающей одновременно территорию Амазонии и штат Мату-Гросу для выделения ТИ2. Для выделения ТИ1 неоходимо вместо контура штата Maty-Гросу целиком, использовать границы муниципалитетов FelizNatal, Vera, Cláudia, Sinop, Santa Carmem и Uniãodo Sul. На втором этапе необходимо использовать полученный промежуточный слой для обрезания растрового слоя Treecover loss (инструмент «Обрезать растр по маске» в QGIS).После этого можно перевести обрезанный растровый слой в векторную форму. Для этого воспользоваться инструментом «Создание полигонов (растр в вектор)» в программе QGIS. Контур территории исследования готов.

Третий этап по условиям задачи предполагают абсолютную свободу выбораданных и методов для классификации. Можно скачать все необходимые сцены и классифицировать их оффлайн, например, в программе QGIS с помощью модуля DTClassifier.При этом следует помнить об упомянутых в условиях задачи возможных двух урожаях сои в год. Таким образом, объем данных для скачивания и обработки сильно возрастает. Особенно это актуально при анализе ТИ 2.

Составители задачи предполагают, что оптимальным способом выполнения этого этапа задачи было бы использование среды Google Earth Engine.Это позволит существенно сократить и оптимизировать временные и вычислительные затраты.

Независимо от выбранного способа и места классификации, необходимо понимать, что результат будет зависеть от обучающих выборок, на которых происходит обучение большинства алгоритмов. Использованные в Задаче 1 материалы портала CropSpace должны помочь составить представление о спектральных характеристиках сои.

Примерный алгоритм выполнения этого задания при условии выбора среды Google Earth Engine:

- создать оффлайн в любой ГИС-программе векторный слой с обучающими данными с классами «соя» и «прочее»;
- загрузить в assets векторные слои с границами территории исследования и с обучающими данными;
- сгенерировать композит/композиты на основе сцен Sentinel-2 на указанный в условиях задачи период;
- обучить любой классификатор (например, CART), применить на сгенерированный композити получить результаты классификации;
- выгрузить результаты классификации в виде бинарного растра.

Оценка точности карт производится путем сравнения с тем или иным наборомданных, который принимается за надёжный. В данном случае для проверки данной задачи мы использовали набор 500 случайных пробных площадей в пределах территории исследования 1 (1000 пробных площадей в пределах территории исследования 2), который был заранее интерпретирован экспертами, с учетом доступных космических снимков среднего и высокого разрешения. Набор пробных площадей был получен путем генерации случайных точек в пределах границ территории исследования с помощью инструмента «Случайные точки» в QGIS. В качестве пробой площади рассматривался отдельный пиксель космических снимков Sentinel-2 (10×10 метров), в пределы которого попала данная точка. Результат экспертной интерпретации (соя или прочее) записывался для каждой точки в атрибутивную таблицу векторного набора данных с пробными площадями.

Слой с точками экспертной интерпретации сравнивался с итоговыми картами каждой команды. С помощью модуля «Инструмент точечного набора проб» (Point

sampling tools) в слой с референсными значениями (экспертный слой) извлекались значения из итоговых растров команд. В случае, когда точка не попадала в пределы выделенных командами классовона не учитывалась. В итоге для результатов каждой команды был получен набор векторных данных (точек), для каждойточки которого в атрибутивной таблице имелось два значения: (1) класс,определенный экспертами; и (2) класс,определенный участниками.





Примеры карт, полученных двумя разными командами, с наложенными на них сверху точками пробных площадей, интерпретированных экспертами.

На основе перекрывающихся значений строилась матрица ошибок и проводились расчеты точности и ошибок классификации.

Командные	Экспертные		
	Прочее	Соя	Всего
Прочее	299	98	397
Соя	26	6	32
Всего	325	104	429

Пример матрицы ошибок по данным одной из команд

По такой матрице можно определить для каждого класса ошибки обеих типов – ошибка пользователя (ложноположительные результаты, ошибка первого рода, commission error, false positive) и ошибка производителя(ошибки пропуска, ошибка второго рода, omission error, false negative). Для оценкирезультата мы вычисляли обратные величины – точность пользователя и точностыпроизводителя.

Общая точность	0,71
Точность производителя	0,06
Точность пользователя	0,19
Omission error	0,94
Commission error	0,81

Пример ошибок и точности по данным той же команды.